

DAKÖRE

Datenfunknetz mit Adaptivhardware und KI-Optimierung zur Reduktion des Energieverbrauches

R. Krämer, F. A. Dürrwald, P. Brandl, F. Ellinger, M. Gammoudi, R. Tariq, F. Fitzek, L. Kalms, D. Göhringer et. al

1 Ausgangssituation

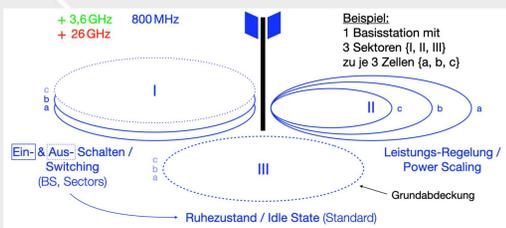
Problem

- 2025 ~ **100.000 Basisstationen** in Deutschland
- **2,5 GWh** Energieverbrauch **pro Tag**
- Bisher kaum Ansätze für Adaptivität im Netz
- **65 % des Energieverbrauchs** entfallen auf Leistungsverstärker [1]

Einsparpotential in Deutschland

- Bis zu **60 % Energie** ~ 0,57 TWh/a
- 250.000 t CO₂/a, 100 Mio. €/a

2 Einsparmechanismen



1. Hoch-adaptive Hardware über KI steuerbar
2. Nur so viel Performance wie nötig
3. Dynamisches Ein und besseres Aus
4. Multifrequenz mit variablen Bandbreiten

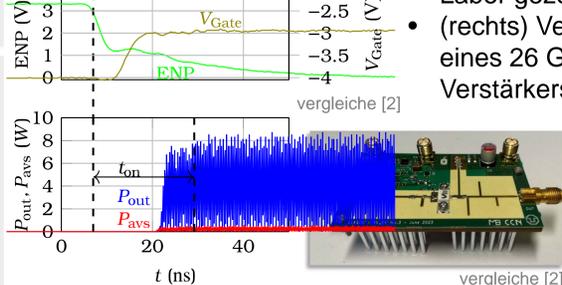
3 Erfolge bei Leistungsverstärkern

Herausforderung

- Realisierung eines energieeffizienten Verstärkers bei den Frequenzen 800 MHz, 3,6 GHz und 26 GHz
- Extrem schnelles An- sowie Abschalten im μ s-Bereich

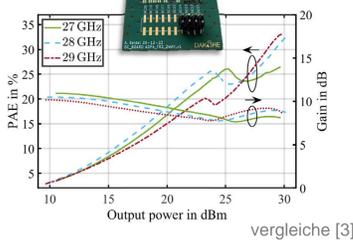
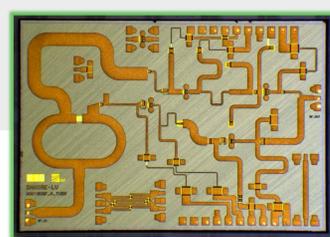
Erfolge

- (unten) Nachweis, dass ein stabiler Verstärker bei 3,6 GHz im Bereich von 20 ns an- sowie abgeschaltet werden kann
- (unten) Schaltbarkeit bei anderen Frequenzen ebenfalls im Labor gezeigt.



- (rechts) Veröffentlichung eines 26 GHz Doherty Verstärkers in GaN-Technologie auf der EuMiC 2024.

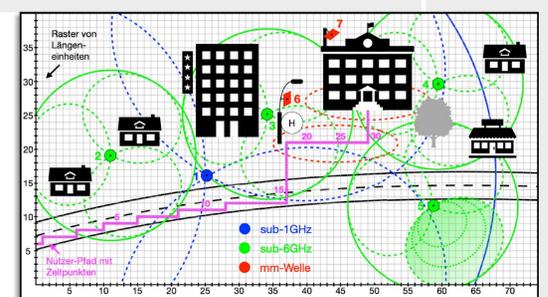
- (rechts) Verstärker besitzt die höchste Effizienz bei 8 dB Backoff im Vergleich zum Stand der Technik.



4 Simulativer Nachweis der Einsparung

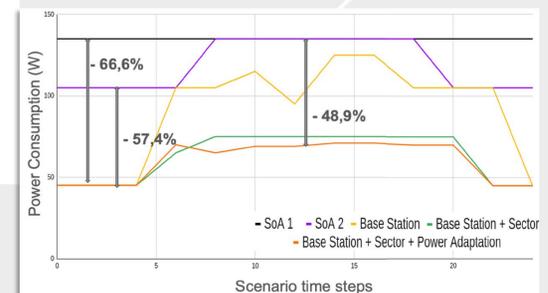
Methodik

- Szenariobasierte Netzwerksimulation mittels NS3-Simulator
- Endgeräte bewegen sich durch Anordnung von Basisstationen
- Nutzerzuordnung und Leistungsregelung manuell



Ergebnis

- Einsparungswerte gemäß NS3-Simulation für ein repräsentatives 24h Multi-User-Szenario
- Potential simulativ bestätigt



5 Forschungsbereiche

- Einbindung der innovativen Leistungsverstärker in die Frontends des Mobilfunknetzes
- Entwurf hochsparsamer Prozessoren mit spezialisierten Kernen zur Ausführung der Steuer-KI
- Vorbereitung der 5G Netzarchitektur auf die Implementierung der KI-Steuerung
- Optimierung der Einsparpotentiale in vielen Komponenten eines Mobilfunksystems

6 Ausblick

- Implementation realitätsnaher Szenarien für die Nutzung der KI zur Steuerung des Netzes
- Nachweis der Sparpotentiale in einem übergreifenden Demonstrator, der die Forschungsergebnisse der Partner in ein Gesamtsystem integriert

[1] M. Gruber, O. Blume, D. Ferling and D. Zeller. EARTH – Energy Aware Radio and Network Technologies. Report des EU-Projekts EARTH, 2008.
 [2] M. G. Becker, A. Seidel, M. Gunia and F. Ellinger, "Ultra-Fast Operating Point Switching for Watt-Level 3.6 GHz Power Amplifiers," 2024 IEEE Topical Conference on RF/Microwave Power Amplifiers for Radio and Wireless Applications (PAWR), San Antonio, TX, USA, 2024, pp. 43-46, doi: 10.1109/PAWR59907.2024.10438536.
 [3] R. Krämer, A. Seidel, P. Neining, J. Wagner and F. Ellinger, "A 27 GHz GaN MMIC Doherty Power Amplifier with Optimized Driver Stages," to be published at 2024 European Microwave Integrated Circuits Conference (EuMIC), Paris, France